

第 1 章 绪论

【问题引出】当今社会是一个信息社会，其主要特征体现在微电子技术、计算机及计算机网络的广泛应用，已渗透到人类生活的各个方面，并改变了人们的生活和生产方式。利用计算机的高速运算、大容量存储及信息加工能力，使人们得以摆脱繁杂而冗长的手工计算和数据处理，以前使人望而生畏的数值计算以及各种信息处理可以在瞬息之间得出结果，而且许多工作如果离开了计算机就几乎无法完成。可以毫不夸张地说，没有计算机，就不会有科学技术的现代化。

那么，什么是计算机？计算机是怎样形成的？计算机具有哪些特点和应用？计算机与信息化有何关系？等等，这些都是本章所要讨论的问题。

【教学重点】围绕上述问题，本章主要介绍计算机的形成与发展；计算机的特点与应用；计算机与信息化；计算机文化与信息素养等。

【教学目标】了解计算机的形成；冯·诺依曼计算机的结构；计算机的发展过程与发展趋势；计算机的特点与应用；信息技术、信息社会和信息产业的概念；计算机文化和信息素养等。

§ 1.1 计算机的形成与发展

1.1.1 计算机的形成

计算机是一种能自动、高速、精确地进行数学运算和信息处理的现代化电子设备，所以又称为电子计算机（Electronic Computer）。它是人类在长期的生产和研究实践中为减轻繁重的手工劳动和加速计算过程而努力奋斗的结果，也是人类智慧的结晶。从原始的计算工具到现代电子计算机，人类在计算领域经历了漫长的发展阶段，并在各个历史时期发明和创造了多种计算工具。人类计算工具的进步概况如图 1-1 所示。

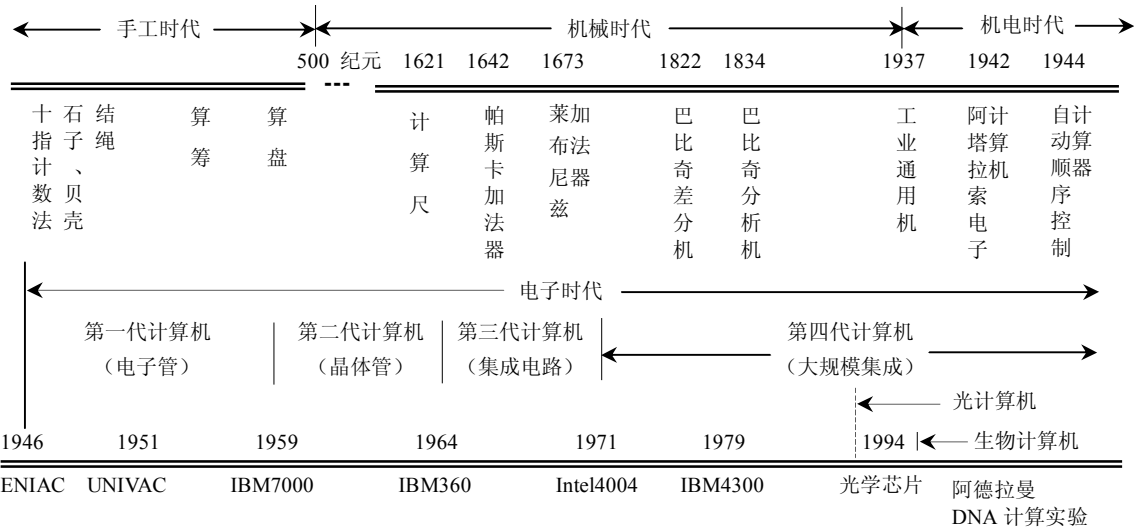


图 1-1 计算工具的发展概况

1. 手工时代

(1) 十指算法: 远古时代, 人类没有文字。为了记载发生过的事件, 使用最方便、最自然、最熟悉的十个手指来进行比较和量度, 从而形成了“数”的概念和“十进制”计数法。当生产力进一步发展到用十个手指或算筹提供的运算量和精度已不能满足需要的时候, 人类不得不开始寻求非自然的计算工具。为了表示更多的数, 祖先们用石子、贝壳、结绳等, 统计人数和猎物数目。最早, 记事与记数是联系在一起的。为了要记住一件事, 就在绳子上打一个结 (knot), “事大, 大结其绳; 事小, 小结其绳; 结之多少, 随物众寡。”

(2) 算筹: 随着人类社会活动范围的扩大, 计算越来越复杂, 要求数值计算的能力也越来越高。我国古代劳动人民最先创造和使用简单的计算工具——算筹。算筹在当时是一种方便而先进的计算工具, 筹算时, 一边计算一边不断地重新布棍。我国古代数学家使用算筹这种计算工具, 创造出了杰出的数学成果, 使我国的计算数学在世界上处于遥遥领先的地位。

在《后汉书》和先秦诸子著作中, 有不少关于“算”、“筹”的记载。算筹问世于商周时代, 春秋战国以及后汉的书籍中已大量出现“筹”之说,《汉书·张良传》说张良“运筹帷幄之中, 决策千里之外”所说的“筹”, 就是算筹 (筹棍)。用算筹进行计算称为筹算。

我国古代数学家使用算筹这种计算工具, 使我国的计算数学在世界上处于遥遥领先的地位, 创造出了杰出的数学成果。例如, 祖冲之的圆周率、解方程和方程组的天元术、四元术、著名的中国剩余定理、秦九韶算法, 以及我国精密的天文历法等都是借助算筹取得的。

祖冲之 (公元 429~500 年), 36 岁时为古代数学名著《九章算术》作注。《九章算术》成书于公元 40 年, 集我国古代数学之大成, 历代曾有不少人为它作注, 但都碰到一个难题——圆周率 π 。远古时候, 称“径一周三”, 即指 $\pi=3$, 三国时刘徽精确到 3.14。祖冲之采用的计算方法是割圆术, 即将直径为一丈的圆内接一个 6 边形, 然后再依次内接一个 12 边形、24 边形、48 边形……, 每割一次都按勾股定理用算筹摆出乘方、开方等式, 求出多边形的边长和周长。不断求出多边形的周长, 也就不断逼近圆周了。接到 96 边形时遇到了难以想象的困难, 当年刘徽就是至此止步, 将得到的 3.14 定为最佳数据。祖冲之判断这样不断割下去, 内接多边形的周长还会增加, 接到 24576 边形时, 圆周率已经精确到了小数点后第八位, 即 3.14159261, 更接近于圆周, 若再增加也不会超过 0.0000001 丈, 所以圆周率必然是在 3.1415926 和 3.1415927 之间。在当时, 这个数值已相当精确, 比欧洲数学家奥托的相同结果早了一千多年。

(3) 算盘: 随着经济的发展, 要求进一步提高计算速度, 筹棍的缺点日益显露出来。我国在公元前 500 年 (唐朝末年) 发明了算盘 (珠算), 迄今已有 2600 多年的历史, 这是计算工具发展史上的第一次重大改革。它不但对我国经济的发展起过有益作用, 而且流传到日本、朝鲜、东南亚, 后来又传入西方世界, 对世界文明作出了重大贡献。算盘是世界上公认的最早使用的计算工具。至今, 它还是我国和某些亚洲国家日常生活中重要的计算工具。在英语中, 算盘有两种拼法, 一是单词 abacus, 二是汉语拼音 Suan-Pan。

算盘的发明, 是人类计算工具史上的一次飞跃, 是中华民族对人类文明的重大贡献之一。它的科学性经住了长期实践的考验, 直至今日, 仍然有着极其顽强的生命力。令人遗憾的是, 迄今为止, 我们并不知道算盘的发明者是谁。

2. 机械时代

进入17世纪,西方国家进入工业时代。1621年英国数学家威廉·奥特雷德根据对数原理发明了圆形计算尺,这是最早的模拟计算工具。

1642年,著名的法国数学家帕斯卡设计了世界上的第一台机械式加法器——Pascal 加法器。

帕斯卡的父亲是一个收税员,帕斯卡为了帮助他父亲算账,研制了加法器,该加法器对他父亲的工作起了很大的帮助作用。帕斯卡发明的加法器在法国引起了轰动。这台机器在展出时,前往参观的人川流不息。Pascal 加法器向人们提示:用一种纯粹机械的装置去代替人们的思考和记忆是完全可以做到的。为了纪念帕斯卡在计算机领域开拓性的贡献,1971年尼可莱斯·沃思(Niklaus Wirth)教授将自己发明的一种程序设计语言命名为“Pascal 语言”。

1673年著名的德国哲学家、数学家莱布尼兹在Pascal 加法器的基础上,增加了乘、除功能,研制了一台能进行四则运算的机械式计算器,称为莱布尼兹四则运算器。

1801年法国工程师约瑟·雅克特(Joseph Marie Jacquard, 1752~1834)发明了一种提花织布机。在织布过程中,由纸带上穿孔的方式控制执行步骤,这对后来计算机信息的输入输出和控制操作的研制起了重要作用,否则,机械计算机是无法实现的。

1822年,巴贝奇受雅克特提花编织机的启发,研制出了第一台差分机(Difference Engine)。随后,研制出了分析机模型。巴贝奇对计算机的重要贡献在于它所研究的分析机包括了现代数字计算机所具有的5个基本组成部分:输入部件、存储部件、运算部件、控制部件和输出部件。

在巴贝奇分析机艰难的研制过程中,必然要提及到计算领域著名的女程序员——阿达·奥古斯塔·拜伦。1842年27岁的阿达,迷上了这项当时被认为是“怪诞”的研究。阿达负责为巴贝奇设想中的通用计算机编写软件,并建议用二进制存储取代原设计的十进制存储。还为某些计算开发了一些指令,开天辟地第一次为计算机编出了程序,包括三角函数计算程序、级数相乘程序、伯努利数计算程序等。她对分析机的潜在能力进行了最早的研究,预言这台机器总有一天会演奏音乐。由于阿达在程序设计上开创性的工作,被誉为是世界上第一位软件工程师、第一位程序员。1979年美国国防部(Department of Defense)研制的通用高级语言就是以阿达命名的,称为Ada语言,以寄托人们对她的纪念。

3. 机电时代

20世纪初,电子管的诞生,开辟了电子技术与计算技术相结合的道路。1919年,W.H.Ecclers和F.W.Jordan用两只三极管接成了E-J双稳态触发器。这一关键技术的研制成功,可用电子元件表示二进制数,以提高计算速度的可能性。1937年美国贝尔实验室的George Stibitz和哈佛大学的Howard Aiken等人开发了工业通用的机电式计算机。随后,1938年美国的V.Bush为解线性微分方程而设计了微分器,它是世界上第一台电子模拟计算机。

1939年12月,美国爱荷华州立大学物理学教授阿塔纳索夫(J.V.Atanassoff)首次试用电子元件按二进制逻辑制造电子管数字计算机,主要用于解决一些线性方程的系统。这项工作因战争曾一度中断,直到1942年在研究生贝利的帮助下,研制成一台很小的电子管计算机(Atanassoff Berry Computer, ABC)。从此,拉开了用电子器件制作计算工具的序幕。

1944年,美国青年霍华德·艾肯(Howard Aiken, 1900~1973)他写了一篇《自动计算机的设想》的建议书,提出要用机电方式,而不是用纯机械方法来构造新的“分析机”。在IBM公司提

供的 100 万美元资助下，艾肯研制出著名的“马克 1 号”（Mark1）机电式计算机。

4. 电子时代

1943 年 4 月，由于第二次世界大战急需高速、准确的计算工具来解决弹道问题，在美国陆军部的主持下，由美国宾夕法尼亚大学物理学家约翰·莫奇利（John W. Mauchly）博士和电气工程师普莱斯特·埃克特（J. Prester Eckert）带领下，设计和研制了电子数字积分计算机（Electronic Numerical Integrator And Calculator, ENIAC），并于 1945 年底竣工，1946 年 2 月 15 日举行了揭幕典礼。这是一台重 28 吨，占地面积 170 平方的庞然大物。它使用了 18000 多只电子管，70000 个电阻，10000 个电容，耗电量约 150 千瓦，每秒可进行 5000 次运算。

由于 ENIAC 是世界上最早问世的第一台电子计算机，所以被认为是电子计算机的始祖。它的诞生，是科学发展史上的一个里程碑，是 20 世纪最伟大的科技成就。

1.1.2 冯·诺依曼结构计算机

所谓“冯·诺依曼结构计算机”，是指由美籍匈牙利著名数学家约翰·冯·诺依曼（John Von Neumann）提出来的，采用二进制计算和“存储程序控制”原理构成的电子数字计算机。

1. 二进制原理

计算机虽然很复杂，但其基本元件都可看作是电子开关，而且每个电子开关只有“开”（高电位）、“关”（低电位）这两种状态。如果这两种状态分别用“1”和“0”来表示，则计算机中的所有信息，不论是数据还是命令，都可以统一由“1”和“0”的组合来表示。在计算机中采用二进制具有如下优点：

（1）电路简单：与十进制数相比，二进制数在电子元件中容易实现。因为制造仅有两种不同稳定状态的电子元件要比制造具有十种不同稳定状态的电子元件容易得多。例如开关的接通与断开、晶体管的导通与截止都恰好表示“1”和“0”两种状态。

（2）工作可靠：用两种状态表示两个代码，数字传输和处理不易出错，因此可靠性好。

（3）运算简单：二进制只有 4 种求和与求积运算规则：

求和： $0+0=0$ ； $0+1=1$ ； $1+0=1$ ； $1+1=10$

求积： $0\times 0=0$ ； $0\times 1=0$ ； $1\times 0=0$ ； $1\times 1=1$

而十进制数的求和运算从 $0+0=0$ 到 $9+9=18$ 共有加法规则 100 条，求积运算从 $0\times 0=0$ 到 $9\times 9=81$ 共有乘法规则也是 100 条。显然，二进制数比十进制数的运算要简单得多。

（4）逻辑性强：计算机的工作原理是建立在逻辑运算基础上的。二进制只有“1”和“0”两种状态，正好与逻辑命题中的“是”和“否”相对应。

二进制是德国数学家莱布尼茨在 18 世纪发明的，他的发明受中国八卦图的启迪。莱布尼茨曾写信给当时在康熙皇帝身边的法国传教士白晋，询问有关八卦的问题并进行了仔细研究，莱布尼茨把自己制造的一台手摇计算机托人送给康熙皇帝。

八卦由爻组成，爻分为阴爻（用“--”表示）和阳爻（用“—”表示），用三个这样的符号组成八种形式，叫做八卦。每一卦形代表自然界一定的事物，用乾、坤、坎、离、震、艮、巽、兑分别代表：天、地、水、火、雷、山、风、泽。如果用 1 表示阳爻，用 0 表示阴爻。用三个由阳爻和阴爻便可构成八种不同的组合，正如三个二进制位能表示八种不同的状态一样。八卦爻的组成如图 1-2 所示。



图 1-2 八卦图

2. 存储程序控制原理

存储程序控制是冯·诺依曼计算机体系结构的核心，其基本思想包括了3个方面的含义：

(1) 编制程序：为了使计算机能快速求解问题，必须把要解决的问题按照处理步骤编成程序，使计算机把复杂的控制机制变得有“序”可循。

(2) 存储程序：计算机要完成自动解题任务，必须能把事先设计的用以描述计算机解题过程的程序和数据存储起来。

(3) 自动执行：启动计算机后，计算机能按照程序规定的顺序，自动、连续地执行。当然，在计算机运行过程中，允许人工干预。

计算机中的程序是用某种特定的符号（语言）系统对被处理的数据和实现算法的过程进行的描述，是各种基本操作命令的有机集合。

3. 基本功能

从“存储程序控制”概念不难想象出，要实现“存储程序控制”，Neumann 计算机必须具有以下5项基本功能：

(1) 输入输出功能：计算机必须有能力把原始数据和解题步骤（程序）接受下来，并且把计算结果与计算过程中出现的情况告诉（输出）给使用者。

(2) 记忆功能：计算机应能“记住”所提供的原始数据、解题步骤和解题过程的中间结果。

(3) 计算功能：计算机应能进行一些简单、基本的运算，并能组成所需要的一切计算。

(4) 判断功能：计算机必须具有从预先无法确定的几种方案中选择一种操作方案的能力。例如计算 $a+|b|$ ，在解题时应能够根据 b 的符号确定下一步进行的运算是“+”还是“-”。

(5) 控制功能：计算机应能保证程序执行的正确性和各部件之间的协调关系。计算机的工作就是在程序的控制下完成数据的输入、存储、运算、输出等一系列操作。

4. 结构组成

从功能模拟的角度，Neumann 计算机应由与上述功能相对应的部件组成，这些部件主要包括：输入设备、输出设备、存储器、运算器、控制器等，其逻辑结构如图 1-3 所示。

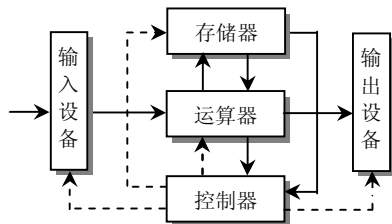


图 1-3 冯·诺依曼机逻辑结构框图

这种结构是典型的冯·诺依曼结构，基于这种结构的计算机具有以下特点：

- 整个机器以运算器为中心，输入/输出信息与存储器之间的数据传送都经过运算器；
- 控制信号由指令产生，指令由操作码和地址码组成；
- 采用存储程序控制，程序和数据放在同一存储器中；
- 指令和数据均以二进制编码表示、运算和存储，并可按地址访问；
- 指令在存储器内按顺序存放，并按顺序执行，但在特定条件下可以改变执行顺序。

冯·诺依曼结构计算机要求程序必须存储在存储器中，这和早期只有数据才存储在存储器中的计算机结构是完全不同的。当时完成某一任务的程序是通过操作一系列的开关或改变配线系统来实

现的。冯·诺依曼结构计算机的存储器主要用来存储程序及其相应的数据，这意味着数据和程序应具有相同的格式。实际上，它们都是以二进制模式存储在存储器中的。

5. 解题过程

按照 Neumann 原理，计算机的解题过程可概括为：给出数学模型、确定计算步骤、编写程序、存储程序和执行程序 5 个步骤。下面以 $a+|b|$ 计算为例说明解题过程，计算 $a+|b|$ 的程序流程如图 1-4 所示。

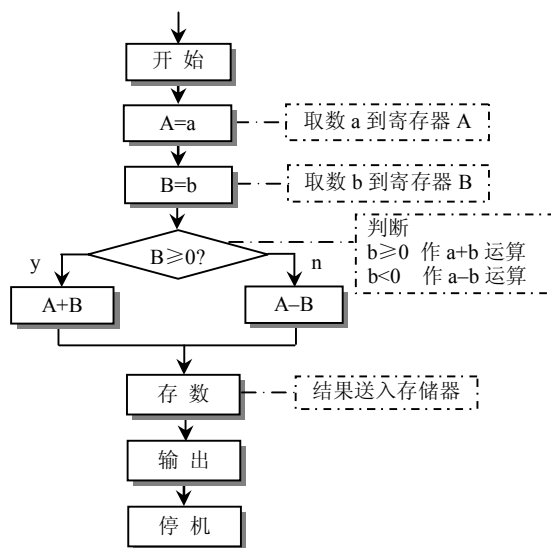


图 1-4 解题过程流程图

(1) 给出数学模型：编程之前，需要先给出其相应的数学模型。

例如计算 $a+|b|$ ，其数学模型为：

$$a+|b| = \begin{cases} a+b & b \geq 0 \\ a-b & b < 0 \end{cases}$$

(2) 确定计算步骤：有了数学模型便可根据给定的模型来确定计算步骤，并且用程序流程图描述。

(3) 编写程序：就是用某种特定的符号语言对被处理的数据和实现算法的过程进行的描述。根据流程图用计算机语言编写程序的过程称之为程序设计。

(4) 存储程序：把编制好的程序存放到存储器中，以便自动执行。

(5) 执行程序：启动可执行程序，输出运行结果。

计算机之所以能自动、高效地工作，其关键是冯·诺依曼的“存储程序控制”概念的提出和实现。这么多年来，虽然计算机以惊人的速度发展，在体系结构上有许多改进，但仍然是建立在存储程序概念的基础上，所以人们把基于冯·诺依曼结构的计算机称为现代计算机。

1.1.3 计算机的发展

1. 计算机的发展过程

推动计算机发展的因素很多，其中起决定作用的是电子器件，即构成计算机的基本逻辑部件。因此，计算机的发展与电子器件紧密相关。从第一台计算机的诞生到现在，如果按电子器件划分，计算机的发展经历了以下阶段，人们常称为代。

(1) 第一代计算机 (first generation, 1946~1958): 为电子管计算机, 其主要特点是: 基本逻辑部件采用电子管, 如图 1-5 所示; 内存存储器采用磁鼓 (后来也采用磁芯); 外存储器采用磁鼓或磁带; 数据表示主要用定点方式; 体系结构以运算器为中心; 软件方面主要采用机器语言编写程序, 但只能通过按钮进行操作; 应用方面以科学计算为主。这一时期的主要机型有 ENIAC、EDSAC、UNIVAC。这些机器速度慢 (每秒数千次到数万次)、体积大、耗电多、可靠性差、价格昂贵。

(2) 第二代计算机 (second generation, 1959~1964): 为晶体管计算机, 其主要特点是: 基本逻辑部件采用晶体管, 如图 1-6 所示; 内存存储器采用磁芯; 外存储器采用磁鼓和磁带, 后期也使用磁盘; 数据表示采用了定点和浮点方式; 体系结构是以存储器为中心, 从而使计算机的运算速度大大提高 (每秒数十万到数百万次); 软件方面有很大进展, 用管理程序替代手工操作, 出现了汇编语言和多种高级语言 (FORTRAN、COBOL、ALGOL 等) 及其编译程序; 在应用方面, 除用作科学计算外还用于各种数据处理。与第一代计算机相比, 提高了速度, 减小了体积, 降低了功耗, 增强了可靠性, 因而大大改善了性能/价格比。这一时期的主要机型有 IBM 7000 系列。

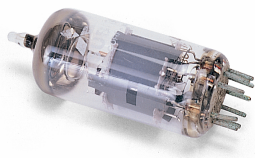


图 1-5 电子管



图 1-6 晶体管

(3) 第三代计算机 (third generation, 1965~1971): 为集成电路计算机, 其主要特点是: 基本逻辑部件采用小规模集成电路 (SSI) 和大规模集成电路 (MSI), 如图 1-7 所示; 内存存储器除采用磁芯外, 还出现了半导体存储器; 外存储器有磁带、磁盘等; 软件技术进一步成熟, 出现了操作系统、编译系统等系统软件, 并出现了网络和数据库。这一时期, 计算机的速度可达每秒数百万到数千万次, 可靠性进一步提高, 价格明显下降, 应用领域不断扩大。计算机的发展已开始形成通用化和系列化, 标准化、模块化、系列化已成为计算机设计的基本指导思想。这一时期的主要机型有 IBM 360。

(4) 第四代计算机 (fourth generation, 1971~至今): 为大规模和超大规模集成电路计算机, 其主要特点是: 基本逻辑部件采用大规模集成电路 (LSI) 或超大规模集成电路 (VLSI), 如图 1-8 所示。

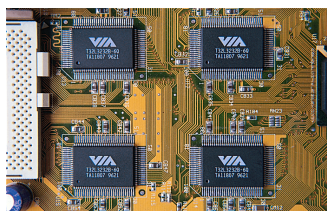


图 1-7 集成电路



图 1-8 超大规模集成电路

第四代计算机的主要成就表现在微处理器 (Microprocessor) 技术上。微处理器是一种超小型化电子产品, 它把计算机的运算、控制等部件制作在一个集成电路芯片上, 这不仅使计算机的体积进一步缩小, 而且可靠性得到进一步提高。在微电子技术的推动下, 计算机的体系结构和软件技术得到了飞速发展。微型计算机 (Microcomputer) 的问世, 特别是个人计算机 (Personal Computer, PC), 以其体积小、功耗低、价格便宜、高性能为优势渗入到社会生活的各个方面, 并得到了极其

广泛的应用。

摩尔定律：Intel 公司的创始人之一，戈登·摩尔（Gordon Moore）曾预言微处理机的处理能力每 18 个月到 24 个月将增加一倍。实际情况证明这个预言是正确的，因而人们把它称为摩尔定律（Moore's Law）。信息产业几乎严格按照这个定律，以指数方式领导着整个经济发展步伐。事实表明：计算机更新换代的显著特点是体积缩小、重量减轻、速度提高、成本降低、可靠性增强。据统计，每隔 5~7 年，计算机的速度提高十倍，可靠性增强十倍，体积缩小到原来的十分之一，而成本却降低到原来的十分之一，这种发展速度是任何其他行业所不可比拟的。

2. 计算机的发展趋势

计算机的发展并不是孤立的，它取决于元器件的进步、体系结构的改进和软件的开发。其中最为重要的是元器件，它是决定硬件性能的根本因素。计算机从第一代发展到第四代，从根本上讲，就是源于元器件的更新换代。专家们普遍认为：当前计算机的发展趋势是微型化、巨型化、网络化、多媒体化和智能化。

（1）微型化：由于微电子技术的发展，大规模及超大规模集成电路技术水平的提高，使计算机的体积不断缩小，开始以台式微型计算机发展到膝上型、笔记本型微型机等。由于微处理器的处理能力方面已与传统的大、中型机不相上下，再加上与众多技术的综合使用，因而计算机微型化的趋势将进一步加快。

（2）巨型化：现代科学技术，尤其是国防技术的发展，需要有很高运算速度，很大存储容量的计算机，而一般的大型机已不能满足要求。近年来微处理器的发展，为阵列结构的巨型机发展带来了希望。并行处理、多处理器系统是巨型机发展的一个重要方面。

（3）网络化：网络化是 20 世纪 90 年代计算机发展的一大趋势。通过使用网络，可以在任意地方、任意种类和任意数目的计算机上运行程序并可以在任意时刻相互通信。这样就极为方便地实现了网络中各系统间的信息交换，使信息和资源得到高效的共享。计算机网络已广泛应用于情报、金融、信息管理系统等各个领域。

（4）多媒体化：多媒体技术是集多种媒体信息的处理、调度、协调于一体，集微电子产品与计算机技术于一身的综合信息处理技术。由于计算机的智能化，使多媒体技术能把数值、文字、声音、图形、图像、动画等集成在一起，进行交互式处理，因而具有多维性、集成性和交互性的特点。这种信息表示的多元化和人机关系的自然化，正是计算机应用追求的目标和发展趋势。近几年来，数字多媒体技术在计算机工业、电信工业、家电工业等方面展示出令人瞩目的新成果，已无可争辩地显示出其广阔的应用前景。

（5）智能化：人工智能是计算机理论科学研究的一个重要领域，它用计算机系统模拟人类某些智能行为，其中最具代表性的两个领域是专家系统和机器人。智能化的特点主要体现在逻辑思维和推理方面，例如对文字、图像、声音的识别，就有赖于模式识别和对知识的理解。

§ 1.2 计算机的特点与应用

1.2.1 计算机的主要特点

计算机之所以从它诞生开始就得到迅猛异常的发展，这与电子数字计算机本身所具有的性能特

点是分不开的。基于冯·诺依曼体系结构的数字计算机具有以下特点。

1. 运算速度快

计算机的运算速度，慢则每秒钟数万次，快则每秒钟上亿次。现在世界上最快的计算机每秒钟运算可达数千亿次，仅就每秒一百万次的计算机而言，它连续运行一小时所完成的工作量，一个人一生也做不完。

2. 计算精度高

数字计算机的计算精度随着字长的增加而提高。目前计算机表示有效数字的位数可达数十位、数百位，甚至千位以上，这是其他任何计算工具不可比拟的。

3. 存储容量大

采用半导体存储元件作主存储器的计算机，目前仅就微型计算机而言，主存储容量已达 GB，辅助存储容量可达 TB。

4. 判断能力强

由于计算机具有准确的逻辑判断能力和高超的记忆能力，所以计算机是计算能力、逻辑判断能力和记忆能力三者的结合，不仅使计算机能实现高度的自动化和灵活性，而且还可以模仿人的某些智能活动。因此，今天的计算机已经远远不只是计算工具，而是人类脑力延伸的重要助手，有时把计算机称为“电脑”就是这个原因。

5. 工作自动化

由于计算机采用存储程序控制方式，即计算机内部的操作运算都是按照事先编制的程序自动进行的。一经启动计算机后，不需要人工干预而自动、连续、高速、协调地完成各种运算和操作处理。这正是电子计算机最突出的特点，也是计算机与计算器之间本质的区别所在。

6. 可靠性能好

可靠性是衡量一台设备能否安全、稳定运行的重要指标，也是人们对设备的最基本要求。随着计算机技术与电子技术的发展，采用大规模及超大规模集成电路（VLSI），可靠性大大提高，比如装配在宇航机上的计算机能连续正常工作几万、几十万小时以上。

对微型计算机而言，除了具有上述特点外，还具有：体积小，重量轻；价格便宜，成本低；使用方便，运行可靠；系统软件升级快，应用软件种类多；对工作环境无特殊要求等一系列优特点。因而，使微型计算机得到极其广泛的应用。

1.2.2 计算机的主要应用

正是由于计算机具有一系列的优特点，所以在科学技术、国民经济、文化教育、社会生活等各个领域都得到了广泛的应用，成为人们处理各种复杂任务所不可缺少的现代工具，并取得了十分明显的社会效益和经济效益。电子数字计算机的应用归纳起来主要有以下几个方面。

1. 科学计算（Scientific Computing）

科学计算一直是电子计算机的重要应用领域之一。例如在天文学、量子化学、空气动力学、核物理学等领域中，都需要依靠计算机进行复杂的运算。在军事上，导弹的发射及飞行轨道的计算，飞行器的设计，人造卫星与运载火箭轨道的计算更是离不开计算机。用数字计算机解决科学计算问题的过程如图 1-9 所示。

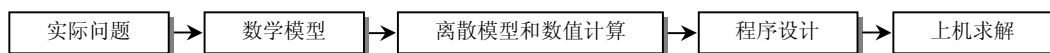


图 1-9 数字计算机的解题过程

2. 信息管理（Information Management）

计算机在信息管理方面的应用是极为广泛的，如企业管理、库存管理、报表统计、账目计算、信息情报检索等。当今它在信息管理中的应用已形成完整的体系，即信息管理系统。按其功能和应用形态，可分为事务处理系统、管理信息系统、决策支持系统和办公自动化系统。计算机信息管理系统层次之间的关系如图 1-10 所示。

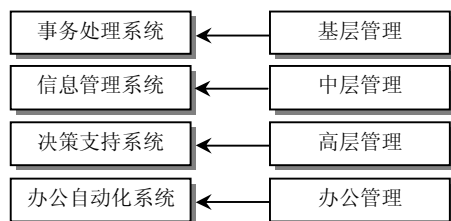


图 1-10 计算机信息管理系统的层次关系图

(1) 事务处理系统 (Transaction Processing System, TPS): 是倾向于数据处理的系统，即使用计算机来处理基层管理中所涉及的大量数据。如工资结算、会计账目等。

(2) 管理信息系统 (Management Information System, MIS): 是以基层事务处理为基础，把企事业中各个子系统集中起来所形成的信息系统，它为中层管理的各项活动提供支持和作出决策信息。

(3) 决策支持系统 (Decision Support System, DSS): 是把数据处理功能、运筹学、人工智能和模拟技术结合起来，使系统具有推理和决策功能，即根据事务处理系统和管理信息系统提供的信息，为高层管理的决策者作出决策支持。

(4) 办公自动化系统 (Office Automation System, OA): 是一种以计算机为主体的多功能集成系统。它为管理和办公提供和创造更有价值的信息，并为信息的传递提供有效的支持。OA 系统具备完善的文字处理功能，较强的资料、图书处理能力及网络通信能力，如文稿的起草，各种信息的收集、汇总、保存、检索与打印等。因此，OA 系统不仅能促进人们正确地决策，还能改进人们的工作方式，提高工作效率。

3. 实时控制 (Real-time control)

实时控制是指在信息或数据产生的同时进行控制，处理的结果又可立即用来控制进行中的现象或过程。实时控制的基本原理是基于一种反馈 (feedback) 机制，即通过被控对象的反馈信号与给定信号进行比较，以达到自动调节的控制技术。实时控制系统原理如图 1-11 所示。

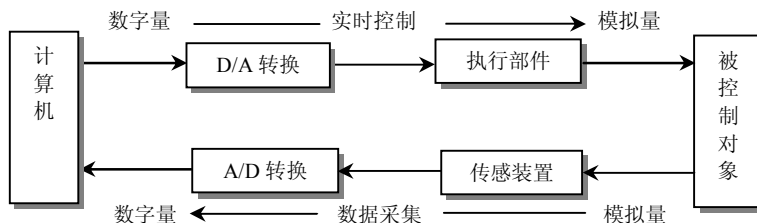


图 1-11 实时控制原理框图

在该系统中，由计算机给定的数字量 (Digital-value)，经过 D/A，转换成连续变化的模拟量 (Analog-value) 送给执行部件 (将弱信号转成强信号) 以驱动控制对象，此过程称为实时控制。

为了实行自动控制,必须把控制对象中的连续信号返回到输入端,以形成闭环系统。从被控制对象中取出的连续信号接入传感装置(将强信号转成弱信号),经过 A/D 将连续变化的模拟量转换成数字量送入计算机中,此过程称为数据采集。被采集到的数据经计算机进行处理、分析、判断和运算后输出数值控制量。

实时控制广泛地应用于过程控制、生产控制、参数测量等诸多领域。把计算机用于实时控制,是使用计算机及时地搜索检测被控对象的数据,然后按照某种最佳的控制规律来控制过程的进展。从而,可以大大提高生产过程的自动化水平,提高产品质量、生产效率、经济效益,降低成本。国防尖端科学技术更是离不开计算机的实时控制。

4. 计算机辅助系统(Computer Aided System)

计算机辅助系统是指以计算机作为辅助工具的各种应用系统。目前主要指使用计算机作为辅助设计、辅助制造、辅助测试和辅助教学这 4 个方面。

(1) 计算机辅助设计(Computer Aided Design, CAD): 是使用计算机来帮助设计人员进行工程设计,以提高设计工作的自动化程度,节省人力和物力。它是利用计算机的高速运算、大容量存储和图形处理能力,辅助进行工程设计与分析的理论和方法,是综合了计算机科学与工程方法最新发展而形成的一门新兴学科,并已获得广泛的应用。

(2) 计算机辅助制造(Computer Aided Manufacturing, CAM): 是使用计算机进行生产设备的管理、控制和操作的过程,在生产过程中改善工作人员的工作条件。

(3) 计算机辅助测试(Computer Aided Test, CAT): 是利用计算机运算速度快、计算精度高的特点,检测某些系统的技术性能指标。

(4) 计算机辅助教学(Computer Aided Instruction, CAI): 是利用计算机辅助学生学习的自动系统,它将教学内容、教学方法以及学生的情况存储于计算机内,使学生能够轻松自如地从 CAI 系统中学到所需要的知识。

5. 系统仿真(System Simulation)

系统仿真是利用计算机模仿真实系统的技术。应用仿真技术,可以节省工程投资费用,降低成本消耗,避免损坏设备,缩短设计与调试周期等。在航空航天方面,利用计算机仿真技术,在导弹研制出来之前就可以让其“飞行”;飞机驾驶员不用上天就能进入“起飞”、“空战”和“着陆”状态;敌战双方不发一枪一弹能开展一场激烈的“战斗”等。目前,系统仿真已发展成与人工智能相结合的专家系统,并成为计算机辅助设计中的重要内容。

6. 人工智能(Artificial Intelligence)

人工智能是控制论、计算机科学、心理学等多学科综合的产物,是计算机应用研究最前沿的学科领域,也是探索计算机模拟人的感觉和思维规律的科学(如感知、推理、学习和理解方面的理论与技术)。机器人的大量出现,是人工智能研究取得重大进展的主要标志之一。

人工智能研究的应用领域包括:模式识别、自然语言的理解与生成、自动定理证明、联想与思维的机理、数据智能检索、博弈、专家系统、自动程序设计等。近几年发展起来的神经网络计算机技术是人工智能的前沿技术,它要解决人工感觉(包括计算机视觉、听觉、嗅觉),即解决大量需要相互协调动作的机器人,在复杂环境下的决策问题。

7. 文字处理(Word Processing)

随着计算机外部设备的不断丰富、完善,特别是打印机性能的提高,近年来计算机又广泛用于文字方面的处理。它具有比常规中文打字机字型变化多、字体的大小变化容易、编辑排版功能强等优点,因而颇受用户的欢迎,并在逐步取代常规中文打字机和铅字印刷。目前用于文字处理的有桌

面排版印刷系统和电子出版系统，而且种类繁多，其中最具典型的有 Word、金山、北大方正和华光系统，北大方正已在国内出版印刷行业占统治地位。

当前，计算机的应用领域仍在不断拓展，特别是微型计算机的广泛应用，已渗透到社会的各个方面，并且日益发挥越来越重要的作用，已成为信息社会科学技术和发展的核心。

§ 1.3 计算机与信息化

人类在认识世界和改造世界的历史过程中，认识了信息，利用了信息，并且发展了信息，信息技术伴随着人类文明的发展而不断进步。与此同时，也对信息处理工具提出新的要求。其中，计算机的产生和发展，不仅极大地增强了人类认识世界、改造世界和处理信息的能力，而且促进了当今社会从工业化向信息化发展的进程，并已成为当今信息化社会中不可缺少的重要工具，人类正经历着以计算机为代表的信息革命。

1.3.1 信息的相关概念

1. 什么是信息

“信息（Information）”一词在西方源于拉丁语“*Informatio*”，表示传达的过程和内容。然而，什么是信息？目前尚无统一定义，人们常从不同的角度和不同的层次来理解和解释。

（1）控制论的观点：控制论的创始人——美国数学家维纳认为：信息是我们适应外部世界、感知外部世界的过程中与外部世界进行交换的内容。具体说，凡是通过感觉器官接受到的外部事物及其变化都含有信息，人们所表露的情感或表达的内容以及说、写、想、做的，也都含有丰富的信息。

（2）信息论的观点：信息论的创始人——美国数学家香农认为：信息是能够用来消除不确定的东西，信息的功能是消除不确定性。例如一个人在工作中遇到了问题，他到图书馆查阅了许多资料。如果仍不能解决问题，那么这个人就没有得到信息，因为他的不确定性问题没有被消除，反之，他就获得了信息。对人类而言，人的五官生来就是为了感受信息的。

广义地说，信息就是消息，一切事物都存在信息。因此，信息是对客观事物的反映，泛指那些通过各种方式传播的可被感受的声音、文字、图形、图像、符号等所表征的某一特定事物的消息、情报或知识。信息是经过加工后的数据，信息的表达式是以数据为依据的。我们可以把数据与信息之间的关系简单地表示为：

$$\text{信息} = \text{数据} + \text{处理}$$

2. 信息革命

在人类的整个历史发展中，信息处理工具与手段的每一次革命性的变革，都使人类利用信息的过程和效果带来了飞跃式的进步，从而对人类社会的发展产生了巨大的推动力，这就是信息革命。推动和促进了信息技术和信息产业的飞速发展。迄今为止，信息革命经历了如下 6 个阶段。

（1）语言的形成和使用：在距今约 35000~50000 年前，人类第一次使用了语言。到目前为止，使用人口超过 100 万的语言有 140 多种，其中使用汉语的人口最多，约占世界人口的五分之一。所以，汉语是联合国指定的 6 种工作语言之一，另外 5 种语言分别是英语、俄语、德语、法语和西班牙语。

（2）文字的创造和使用：文字是在语言的基础上诞生的，是社会发展到一定阶段的产物。从人类最早的文字诞生到今天，最多也不过五六千年。其中，汉字的发展，大致可分为古文、篆书、隶书和楷书等 4 个阶段的演变过程。自从楷书形成以后，汉字已经基本定型。

(3) 造纸术和印刷术的发明：我国是造纸术和印刷术的发源地，世界上许多国家的造纸术和印刷术都是在我国的影响下发展起来的。印刷术的发明，对人类文化的传播和发展起着极为重要的作用。

(4) 电报、电话、广播和电视的发明：19 世纪中后期，随着电报、电话的发明以及电磁波的发现，人类的通信方式发生了本质性的改变。

1837 年，美国人莫尔斯（Samuel F.B.Morse）设计出了著名且简单的电码，称为莫尔斯（Morse Code），并研制出世界上第一台电磁式电报机，实现了超越视听距离的信息传递。1844 年 5 月 24 日，莫尔斯亲手操纵着电报机，随着一连串信号的发出，远在 64km 外的巴尔的摩城收到了世界上第一份长途电报。

1876 年，苏格兰人贝尔（Alexander Graham Bell）获得电话发明专利。1878 年，他首次进行了长途电话的实验，并获得了成功，后来成立了著名的贝尔电话公司。

1865 年，英国科学家麦克斯韦（James Clerk Maxwell）在电磁波理论的研究中提出了电磁波存在的设想。1888 年，德国物理学家赫兹通过实验论证了电磁波的存在，人们为了纪念他对科学上的贡献，把无线电波称为“赫兹波”，并以赫兹（Hz）作为频率单位。

1928 年，美国西屋电气（Westinghouse Electric）公司发明了光电显像管，实现了电视信号的发送和传输。1935 年，西屋电气公司在纽约帝国大厦设立了一座电视台，并于次年成功地将电视节目发送到 70km 以外的地方。

(5) 电子计算机与现代通信技术的应用和发展：20 世纪 40 年代，电子计算机的出现以及通信技术的发展使得信息技术得到了空前的发展，电子计算机不仅成为了存储和处理信息的重要工具，而且是当代高新科技的重要标志。

(6) 多媒体技术与计算机网络技术的应用和发展：20 世纪 80 年代，多媒体技术的迅速发展，使得计算机能够综合处理图像、声音、动画和视频等信息。互联网的兴起，让全世界的计算机用户通过计算机实现数据通信和信息共享，使得信息的交换和传递更加快捷方便。

进入 21 世纪以来，科学技术得到了空前的发展。随着计算机技术、通信技术和信息处理技术的飞速发展，尤其是计算机和互联网的全面普及，会使得信息资源的应用和共享越来越广泛。

1.3.2 信息技术

信息技术（Information Technology）是指在计算机和通信技术支持下，用以获取、处理、传递、存储、变换、显示和传输文字、数值、图像以及声音信息，包括提供设备和提供信息服务两大方面的方法与设备的总称。信息技术所研究的范畴主要包括传感技术、通信技术、计算机技术和微缩技术等。计算机技术与现代通信技术一起，构成了信息技术的核心内容。

1. 信息技术的进步

信息技术是人类社会进步的一个重要标志。远古时代，人类靠感觉器官获取信息，用语言和动作表达、传递信息。自人类发明了文字、造纸术和印刷术以后，人们用文字、纸张来传递信息。随着电报、电话、电视的发明，标志着人类进入了电信时代，信息传递方式越来越多。20 世纪无线电技术、计算机技术及其网络技术和通信技术的发展，信息技术进入了崭新的时代。21 世纪，人类社会已步入信息时代，并正在不断探索、研究、开发更先进的信息技术，本世纪信息技术的特征是以多媒体计算机技术和网络通信技术为主要标志，利用计算机技术和网络通信技术可以使人们更方便地获取信息、存储信息，更好地加工和再生信息。

2. 信息技术的发展

信息技术的研究与开发,极大地提高了人类的信息应用能力,使信息成为人类生存和发展不可缺少的一种资源。在第二次世界大战以及随后冷战时期的军备竞赛中,美国充分认识到技术的优势能够带来军事与政治战略的有效实施,因此加速了对信息技术的研究开发,导致了一系列突破性的进展,使信息技术从 20 世纪 50 年代开始进入一个飞速发展时期。根据信息技术研究开发和应用的 发展历史,可以将它分为 3 个阶段(时期)。

(1) 信息技术研究开发时期:从 20 世纪 50 年代初到 70 年代中期,信息技术在计算机 (Computer)、通信 (Communication) 和控制 (Control) 领域有了突破,可简称为 3C 时期。

在计算机技术领域,随着半导体技术和微电子技术等基础技术和支撑技术的发展,计算机已经开始成为信息处理的工具,软件技术也从最初的操作系统发展到应用软件的开发;在通信领域,大规模使用同轴电缆和程控交换机,使通信能力有了较大提高;在控制领域,单片机的开发和内置芯片的自动机械已开始应用于生产过程。

(2) 信息技术全面应用时期:从 20 世纪 70 年代中期到 80 年代末期,信息技术在办公自动化 (Office Automation)、工厂自动化 (Factory Automation) 和家庭自动化 (House Automation) 领域有了很大的发展,可简称为 3A 时期。

由于集成软件的开发,计算机性能、通信能力的提高,特别是计算机和通信技术的结合,由此构成的计算机信息系统已全面应用到生产、工作和日常生活中。各组织开始根据自身的业务特点建立不同的计算机网络,如事业和管理机构建立了基于内部事务处理的局域网(LAN)、广域网(WAN)或城域网(CAN);工厂企业为提高劳动生产率和产品质量开始使用计算机网络系统,实现工厂自动化;智能电器和信息设备大量进入家庭,家庭自动化水平迅速提高,因而使人们在日常生活中获取信息的能力大大增强,而且更快捷方便。

(3) 数字信息技术发展时期:从 20 世纪 80 年代末至今的这个时期,主要以互联网技术的开发和应用为重点,其特点是互联网在全球得到飞速发展,特别是以美国为首的在 20 世纪 90 年代初发起的基于互联网络技术的信息基础设施的建设,在全球引发了信息基础设施(亦称信息高速公路)建设的浪潮,由此带动了信息技术全面的研究开发和信息技术应用的热潮。

在这个热潮中,信息技术在数字化通信 (Digital Communication)、数字化交换 (Digital Switching)、数字化处理 (Digital Processing) 技术领域有了重大突破,可以简称为 3D 时期。这种技术是解决在网络环境下对不同形式的信息进行压缩、处理、存储、传输和利用的关键,是提高人类信息利用能力质的飞跃。

信息技术的发展趋势是计算机与通信技术和控制技术相融合,形成信息的一个环境系统。而推动信息技术飞速发展的是微电子技术和光电子技术,它们是现代信息技术的基础。在微电子技术方面,自 20 世纪 40 年代晶体管问世以来,在几十年时间内,微电子技术从在一块芯片上集成 1000 只晶体管的“大规模”集成电路,发展到现在的“G 规模”时代,即在一块芯片上集成 10 亿 (1G) 只晶体管。在光电子技术方面,不断研制出各种高性能的激光器和其他光电子元件,有力地推动了光纤通信等技术的普及和发展。

1.3.3 信息社会

1. “信息社会”概念的产生

信息技术的普及应用改变了人们的工作和生活方式,给人们的传统生活和工作方式带来了猛烈的冲击和震撼,使人们强烈感受到技术发展的脉搏和信息时代前进的步伐。计算机技术和网络通信

技术的飞速发展将人类从工业社会带入了信息化社会（简称为信息社会）。

信息社会是脱离工业化社会以后，信息将起主要作用的社会。在农业社会和工业社会中，物质和能源是主要资源，所从事的是大规模的物质生产。而在信息社会中，信息成为比物质和能源更为重要的资源，以开发和利用信息资源为目的的信息经济活动迅速扩大，逐渐取代工农业生产活动而成为国民经济活动的主要内容。以计算机、微电子和通信技术为主的信息技术革命是社会信息化的动力源泉。信息技术在生产、科研教育、医疗保健、企业和政府管理以及家庭中的广泛应用，对经济和社会发展产生了巨大而深刻的影响，从根本上改变了人们的生活方式、行为方式和价值观念。因此，我们说：信息社会是以电子信息技术为基础，以信息资源为基本的发展资源，以信息服务性产业为基本的社会产业，以数字化和网络化为基本的社会交往方式的新型社会。

从工业社会到信息社会的根本变化是什么？美国未来学家约翰奈·斯比特认为：从工业社会到信息社会的变化主要体现在：第一，技术知识成为了新的财富，工业经济时代诞生的“劳动价值论”将被新的“知识价值论”所代替；第二，时间观念发生了重要变化，人们既不像农业社会习惯于面向过去的经验，也不像工业社会那样注重眼前和现在，而是更强调面向未来和如何预测未来；第三，生活目标的变化，使人与人之间的竞争更加激烈，而不仅仅是人与自然的各种竞争。

从20世纪中期开始的信息技术革命是迄今为止人类历史上最为壮观的科学技术革命，它以无比强劲的冲击力、扩散力和渗透力，在短短几十年里迅速改变了世界。随着信息采集、存储、处理、加工、传输等信息技术手段的更新换代，人类文明由工业时代进入了以“信息”为显著特征的信息时代。即便在我国这样一个发展中国家，信息技术革命的巨大推动力，使我国社会信息化的车轮飞速转动。

1976年，法国的西蒙·诺拉受当时法国总统委托，在阿兰·孟克协助下撰写了一份题为“社会的信息化”的报告，后来公开出版，成为法国1978年的畅销书。1983年，“信息化社会”一词正式在美国刊物《New Society》、《The Political Quarterly》上使用。

1988年，美国学者马丁（WJ.Martin）的《信息化社会》一书问世，他认为：“社会信息化”是一个生活质量、社会变化和经济发展越来越多地依赖于信息及其开发利用的社会。在这个社会里，人类生活的标准、工作和休闲的方式、教育系统和市场都明显地被信息和知识的进步所影响。马丁及其追随者详细地描述了因为技术的发展人类社会出现的种种变化，即国民经济和社会结构框架的重心从物理性空间向信息或知识性空间不断转移，也分析了产生这种变化的原因，并对未来人类社会做了许多非常有创造性的预见。

2. 信息社会的特征

关于“社会信息化”的研究、分析与总结已经非常深入。然而，关于信息社会的特征说法不一，目前影响最大、流行最广、比较公认的观点是：“社会信息化”是国民经济和社会结构框架重心从物理性空间向知识性空间转移的过程。为此，可将信息社会的特征概括如下。

（1）信息化：是以现代电子信息技术为前提，从以传统工农业为主的社会向以信息产业为主的社会发展的过程。信息化包括信息资源、信息网络、信息技术、信息产业、信息化人才，信息化规则（政策、法规和标准）等六大要素。信息社会是信息化的必然结果。

（2）全球化：信息技术正在取消时间和距离的概念，信息技术的发展大大加速了全球化的进程。随着互联网的发展和全球通信卫星网的建立，国家概念将受到冲击，各网络之间可以不考虑地理上的联系而重新组合在一起。

（3）网络化：由于互联网的普及和“信息高速公路”的建设，网络信息服务得到了飞速的发展，网络化必将改变人类的工作和生活方式，推动整个社会的进步。

（4）虚拟化：随着世界的信息化、全球化和网络化，使得人与人之间的交流很大一部分借助于计算机网络来完成，因此出现了一个由互联网构成的虚拟现实的信息交互平台。

3. 信息社会的负面影响

在信息化社会给人类带来极大便利的同时，它也不可避免地造成了一些社会问题，特别是随着 Internet 的日益普及，许多负面影响也出现了。例如通过网络进行“黑客”攻击、窃取情报；通过网络大肆传播反动和黄色淫秽内容；网上盗窃、诈骗、盗版、垃圾邮件以及计算机病毒等。这些问题不仅会使计算机用户，特别使政府部门、科研系统、军事领域等遭受巨大损失，而且已成为网上公害，使计算机安全问题日益突出。

4. 信息社会的道德规范

信息社会改变了人们生产和生活方式，同时也对我们提出了一些道德规范要求。当代大学生，要充分认识到计算机和网络在社会中所产生的负面影响。要树立正确的道德观念，自觉抵制一切不良行为。不从事各种侵权行为，不越权访问、窃听、攻击他人系统，不编制、传播计算机病毒及各种恶意程序。在网上，不发布无根据的消息，不阅读、复制、传播、制作妨碍社会治安和污染社会的有关反动、暴力、色情等有害信息，也不模仿“黑客”行为。另外，现代社会，人的生活和学习同计算机紧密相连，但长时间使用计算机和网络，如果不注意防范，会给人的心理造成一定的偏差。特别是青少年，正处在生长发育时期，一定要分清计算机和网络的虚拟世界与我们真实的现实世界之间的区别，不要迷失在计算机和网络的虚拟世界中。在网络上要养成良好的习惯，不要做违反公共道德和法律的事情，同时也要注意保护自己，不要被网络所伤害。

1.3.4 信息产业

人们把信息技术（Information Technology, IT）产业简称为信息产业或 IT 产业，它是信息社会的必然结果。以计算机技术为核心的 IT 产业的技术变化最快，创新性最强，涉及技术领域最多，具有较强的辐射和带动作用。这些特点决定了信息产业是一个人本产业，人才需求量大，涉及专业面宽，培养周期长，流动率较高。特别是对具有独立的不断获取和创新知识及信息能力的高级人才需求量更大，要求更高。所有这些，形成了 IT 产业的特征与特点。

1. IT 产业的基本特征

人类社会的发展过程实际上是依靠自然、适应自然、认识自然和适度改造自然的过程，在此基础上通过发展和提高生产力，逐步构建起现代人类社会，同时也形成了“科学→技术→工程→产业”链。对于 IT 产业来说，它是一个高智商性的产业，因而具有如下基本特征。

（1）高度智力性：传统产业是以物质为主要生产资料，依赖于体力劳动的机械化或自动化途径生产，而 IT 产业是主要依赖计算机脑力劳动及自动化途径进行生产、加工、存储、传递、开发人类智慧的产业。IT 产业的核心技术是 IT，始终是高新技术的主流并且处于尖端科学前沿的技术，代表着人类最新智慧的结晶。

（2）高度创新性：IT 产业技术进步快，信息产品的更新速度也大大加快，因此，IT 产业是一个高度创新型的行业。20 世纪以来 IT 领域的几项重大突破，如半导体、卫星通信、计算机、光导纤维等都体现了 IT 产业的这种高度创新性。IT 产业技术创新需要大量的知识储备和智力投入，而这一切依赖于大量高水平的、创造性的人才。

（3）高度倍增性：IT 的应用能显著提高资源利用率，提高劳动生产率与工作效率，从而取得巨大的经济效益。据国际电联的统计结果显示，一个国家通信建设的投资每增加 1%，其人均国民经济收入可提高 3%，足见 IT 产业是一个高倍增的产业。

(4) 高度渗透性: IT 技术既是针对特定工序的专业技术, 又是适应于各种环境的通用技术, 因而在国民经济的各个领域具有广泛的适用性和极强的渗透性。同时, IT 产业的发展还催生了一些新的“边缘产业”, 如光学电子产业、汽车电子产业等, 创造了大量产值与需求。信息产业要求从业人员队伍具有复合型的知识结构, 既要掌握 IT 软、硬件基础知识和技能, 又要对某一专业领域有深入的了解。

(5) 高投资、高风险、高竞争性: IT 的发展、更新和普及应用都需要投资。现在 IT 领域的技术设计和制造越来越复杂, 技术难度日益加大, 信息网络覆盖的范围也越来越广。IT 产业的这种高投资、高风险、高竞争的特点, 要求企业的经营者要有敏锐的市场洞察能力和高超的领导才能, 企业的领军人物的作用将会越来越明显。

2. IT 产业的发展特点

正是由于 IT 产业的上述基本特征, 因而使得 IT 产业的发展具有以下方面的特点。

(1) 产品的更新换代速度继续加快: 在 IT 产业自身发展规律的作用下, IT 产品更新换代速度越来越快, 生命周期进一步缩短, 市场竞争日趋激烈。

(2) 人力成本的比重不断增加: IT 产业的投入以知识、技术和智力资源为主。因此, 人力成本在总投入中占相当高的比例, 这一特性在软件业方面表现更为突出。随着软技术和智力服务在 IT 产业中的比例逐步提高, IT 产业人力成本的比重呈现逐步增加的趋势。

(3) 产业竞争格局发生转变: 信息技术的高速发展, 促使传统的产业模式发生重大变革。

① 由传统的产业规模型向技术拥有型转移。资金已经不再是信息行业的壁垒, 知识、专利、标准、人才已经成为重要的行业壁垒。谁首先在市场上推出自己的产品, 并使自己的技术成为实施标准, 谁就成为行业的领先者。

② 由生产决定型向市场决定型转变。世界信息市场竞争方式和规模随着“信息高速公路”建设的发展正发生一场深刻的革命, 旧的竞争观点必将被打破, 信息市场的开放程度逐步扩大, 未来的竞争将不再是单纯的互相排斥, 而是具有彼此合作、依存和互补的广阔内涵。

③ 由单一产业型向多产业渗透型转变。IT 加快向传统产业渗透, 机电、能源、交通、建筑、冶金等技术互相融合, 形成新的技术领域和广阔的产品门类; 电信网、电视网和计算机通信网相互渗透彼此融合交叉经营, 资源高度共享; 随着数字化技术的广泛应用和信息产品的共享, 3C 融合化趋势将更为明显。多产业的渗透和融合, 对产业人才的要求也逐步从单一型向复合型转化。

§ 1.4 计算机文化与信息素养

21 世纪是信息技术高度发展并得到广泛应用的时代, 信息技术从多方面改变着人类的生活、工作和思维方式。在当今信息时代, 每个人都应当学习信息技术、应用信息技术, 不断提高信息素养, 使自己具有信息时代所要求的科学素质。然而, 无论是学习信息技术, 还是运用信息技术, 都离不开现代文化基础, 这个“现代文化基础”就是“计算机文化”。

1.4.1 计算机文化

1. 计算机文化的基本内涵

计算机文化 (Computer Literacy) 源出于 1981 年召开的第三届世界计算机教育会议。该会议提出了要树立计算机教育是文化教育的观念, 呼吁人们要高度重视计算机文化的教育。“Literacy (文化)”一词的含义是指具有阅读和写作能力的人, 所以这里“文化”是知识的代名词。然而,

“文化”的内涵又远比“知识”要深刻得多。

对计算机文化的理解可以有很多种方式,既可以把它理解为在信息化时代能够熟练应用计算机所必需的知识、能力和对计算机在现实中的应用的理解;也可以把它理解为在计算机普遍应用的时代,人类所创造的有别于其他时代的崭新的文化。对计算机文化的前一种理解,它往往表现为计算机理论及其技术对自然科学、社会科学的广泛渗透;对计算机文化的后一种理解,它又表现为计算机应用介入人类社会的方方面面,从而对科学思想、科学方法、科学精神、价值标准等造成新的影响,如“电子银行”、“网虫”、“电子商务”、“博客”、“电子政务”、“电子货币”等诸多新生词语的出现,不时地改变着传统的文化观念。

2. 计算机文化的基本作用

我们可以把计算机文化理解为具有“计算机应用知识和应用能力”。因为计算机的应用,改变了人类社会的生存方式,从而产生了一种崭新文化形态。计算机文化代表一个新的时代文化,它已经将一个人经过文化教育后所具有的能力由传统的读、写、算上升到了一个新的高度,即除了能读、写、算以外,还要具有计算机运用能力(信息能力),而这种能力可通过计算机文化的普及得到实现。因此可以说,计算机文化是当今社会最具有活力的一种崭新的文化形态,加快了人类社会发展的步伐。其所产生的思想观念、所带来的物质基础条件以及计算机文化教育的普及都有利于人类社会的进步和发展。同时,计算机文化也带来了人类崭新的学习观念,面对浩瀚的知识海洋,人脑所能接受的知识是有限的,根本无法“背”完,计算机这种工具可以解放这些繁重的记忆性劳动,人脑可以更多地用来完成“创造”性的劳动。

计算机技术的发展,孕育并推动了计算机文化的产生和成长,而计算机文化的普及,又将促进计算机技术的进步与计算机应用的扩展。今天,计算机文化已成为信息社会交流的基础,不掌握计算机文化,就不能适应当今信息社会发展的要求。因此,计算机课程的“教”与“学”不应简单地归结于工具性、应用性,而应将它放在广阔的社会文化背景中加以研究。

1.4.2 信息素养

1. 信息素养的基本概念

信息素养(Information literacy)概念最早是由美国信息产业协会主席保罗·泽考斯基于1974年提出来的。由于计算机技术、网络技术的普及,其影响超过了历史上任何一种技术,而且已成为当今信息社会中必须具备的一种能力,但这种能力不仅是技术的,还有道德的和文化的。因此,信息素养作为一种非常重要的能力被提到了人才培养目标上来。信息素养包含三个层面:

(1) 知识素养(文化层面):指传统文化素养的延续和拓展,使受教育者达到独立自学及终身学习的水平。

(2) 信息意识(意识层面):指对信息源及信息工具的了解及运用。

(3) 信息技能(技术层面):指必须拥有各种信息技能,如对需求的了解及确认,对所需文献或信息的确定、检索,对检索到的信息进行评估、组织及处理并作出决策。

20世纪80年代,人们开始进一步讨论信息素养的内涵,信息素养的概念逐渐被广泛认可。1989年,美国图书馆协会下属的“信息素养总统委员会”对信息素养的定义是“要成为一个有信息素养的人,他必须能够确定何时需要信息,并已具有检索、评价和有效使用所需信息的能力”。因此,信息素养的内涵主要包括信息意识、信息知识、信息能力和信息品质。

2. 信息素养具备的能力

1998年美国图书馆协会和美国教育传播与技术协会制作了学生学习的信息素养标准:能有效

地和高效地获取信息；能熟练地、批判性地评价信息；能精确地、创造性地使用信息；能探求与个人兴趣有关的信息；能认识信息对民主化社会的重要性；能履行与信息和技术相关的符合伦理道德的行为规范；能积极参与活动来探求和创建信息。具体说，信息素养应该包括以下方面的能力。

（1）运用信息工具的能力：能熟练使用各种信息工具，如计算机、传呼机、传真机等，特别是计算机网络传播工具。

（2）获取信息的能力：能有效地收集各种信息资料，能熟练地运用阅读、访问、讨论、实验、检索等获取信息的各种方法。

（3）处理信息的能力：能对收集的信息进行归纳、分类、存储、鉴别、选择、分析、综合、抽象、概括、表达等。

（4）生成信息的能力：能准确地概述、综合、改造和表达所需的信息，使之简单明了，通顺流畅，富有特色。

（5）创造信息的能力：能从多角度、多方位，全面地收集信息，并观察、研究各种信息之间的交互作用；利用信息做出新预测、新设想，产生新信息的生长点，创造出新的信息。

（6）发挥信息效益的能力：能正确评价信息，掌握各种信息的各自特点、运用场合以及局限性；并善于运用接收的信息解决问题，让信息发挥最大效益。

（7）信息写作的能力：在跨越时空的交往和合作中，通过信息和信息工具同外界建立多边的和谐关系。

（8）信息免疫的能力：能自觉地抵制垃圾信息、有害信息的干扰和侵蚀；能从信息中看出事物的发展趋势、变化模式，进而制定相应的对策。

信息素养是信息时代人才培养模式中出现的一个新概念，已引起了世界各国越来越广泛的重视。现在，信息素养已成为评价人才综合素质的一项重要指标。开展信息教育、培养学习者的信息意识与信息获取和处理能力，已成为当前教育改革的必然趋势。

信息素养与计算机文化密切相关，当代大学生应努力学习和掌握计算机与信息技术基本知识，了解和掌握本学科的新动向，以新的知识信息开阔视野、启迪思维，不断增强自身的信息素养。大学生的信息素养如何，是信息时代衡量一个大学生是否合格的重要标志之一，信息素养的高低取决于信息意识和计算机文化的强弱。当代大学生要善于将网络上新的知识信息与课本上的知识信息有机地结合起来，只有这样，才能不断提高自身素质和能力。这里，我们将两句希望之词赠与当代大学生和计算机学习者：

打好现代文化基础，否则，你无法适应社会发展的要求；
不断提高信息素养，否则，你无法体会五彩斑斓的世界。

本章小结

（1）从原始计算工具到现代电子计算机的形成经历了4个阶段，通常也称为4代：手工时代、机械时代、机电时代、电子时代。

（2）现代计算机的特点主要有6个方面：运算速度快、计算精度高、存储容量大、判断能力强、自动化程度高、可靠性能好。

（3）现代计算机的主要应用可概括为8个方面：科学计算、信息管理、实时控制、计算机辅助系统、系统仿真、人工智能、文字处理、娱乐游戏等。

（4）现代电子计算机的发展趋势是5化：微型化、巨型化、网络化、智能化和多媒体化。

（5）在当今社会，信息技术与计算机技术两者密不可分，并且相互依存，相互促进。支撑信息社会的重要技术是计算机技术、数据通信技术、信息处理技术以及这三种技术的汇合。计算机技术的发展不再是计算工具的延伸，而是多种技术的综合应用。

（6）在当今信息时代，学习和掌握信息技术是每个大学生必备的基本技能，具备计算机文化和提高信息素养，是社会发展的必然要求。

习题一

一、选择题

- 计算机是接受命令、处理输入以及产生（ ）的系统。
A. 信息 B. 程序 C. 数据 D. 系统软件
- 冯·诺依曼的主要贡献是（ ）。
A. 发明了微型计算机 B. 提出了存储程序概念
C. 设计了第一台电子计算机 D. 设计了高级程序设计语言
- 冯·诺依曼结构计算机中采用的数制是（ ）。
A. 十进制 B. 八进制 C. 十六进制 D. 二进制
- 计算机硬件由 5 个基本部分组成，下面（ ）不属于这 5 个基本组成部分。
A. 运算器和控制器 B. 存储器
C. 总线 D. 输入设备和输出设备
- 冯·诺依曼结构计算机要求程序必须存储在（ ）中。
A. 运算器 B. 控制器 C. 存储器 D. 光盘
- 微型计算机中的关键部件是（ ）。
A. 操作系统 B. 系统软件 C. 微处理器 D. 液晶显示器
- 一台完整的计算机系统包括（ ）。
A. 输入设备和输出设备 B. 硬件系统和软件系统
C. 键盘和打印机 D. 外部设备和主机
- 典型冯·诺依曼结构计算机是以（ ）为中心。
A. 运算器 B. 存储器 C. 控制器 D. 计算机网络
- 计算机实时控制的基本原理是基于一种（ ）机制。
A. 前向控制 B. 反馈控制 C. 无条件 D. 按时间控制
- 人工智能的前沿技术是（ ）。
A. 科学计算 B. 系统仿真 C. 辅助设计 D. 神经网络计算机

二、判断题

- EDVAC 是人类历史上的第一台电子数字计算机。 （ ）
- 计算机是信息加工设备。 （ ）
- 我们现在使用的计算机的代表器件是电子管。 （ ）
- 二进制只有“1”和“0”两种状态。 （ ）
- Neumann 机的组成部件包括：输入设备、输出设备、存储器、运算器、控制器。 （ ）

6. 现在普遍使用的计算机属于模拟计算机。 ()
7. 第四代计算机的代表器件是超大规模集成电路。 ()
8. 目前使用的通用计算机都是基于冯·诺依曼结构的计算机。 ()
9. 一台能操作使用的计算机必须具有硬件和软件,两者缺一不可。 ()
10. 信息素养的内涵包括信息意识、信息知识、信息能力和信息品质。 ()

三、问答题

1. 电子数字计算机与模拟计算机的主要区别是什么?
2. 存储程序控制的基本思想主要体现在哪些方面?
3. 计算机有哪些主要的特点?
4. 计算机有哪些主要的用途?
5. 计算机发展中各个阶段的主要特点是什么?
6. 计算机的发展趋势是什么?
7. 什么是信息技术?有何特征?
8. 什么是信息社会?有何特征?
9. 什么是信息产业?有何特征?
10. 什么是计算机文化?它与信息素养有何关系?

四、讨论题

1. 计算机形成与发展能给我们哪些启示?
2. 你是如何看待计算机在当今社会中的作用的?
3. 你是如何看待提高计算机文化和信息素养的?
4. 在校期间如何学好计算机基础知识,为今后工作打下良好基础?